УДК 621.9,02+621,95

Ю.А. МАРКАРЬЯН

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЦЕССЕ СВЕРЛЕНИЯ

Рассматриваются износ сверла и соответствующие ему изменения интенсивности виброакустического сигнала в зоне резания и мощности, потребляемой двигателем вращения шпинделя при фиксированном усилии подачи.
***Ключевые слова**: износ, сверление, виброакустический сигнал резания, трение стружки о сверло, момент двигателя.*

Введение. В современной металлообрабатывающей промышленности широко используются автоматизированные, оснащенные системами программного управления, станочные комплексы, высокая производительность которых зависит от качества режущего инструмента. Одной из наиболее сложных технологических операций при обработке металлов резанием является сверление отверстий. Отсутствие эффективных средств оперативной оценки износа сверла вызывает его поломку или разбиение отверстия, что приводит к браку изделия и потере рабочего времени.

В данной работе предлагается методика измерения износа сверла по относительным значениям уровня виброакустического сигнала из зоны резания и мощности, потребляемой двигателем вращения шпинделя, что позволит производить своевременную замену режущего инструмента.

Методика испытаний. Процесс сверления автоматизирован и управляется программируемым контроллером, что позволяет поддерживать момент двигателя подачи шпинделя во время контрольных замеров на уровне заданного значения [1]. Измерения уровня виброакустического сигнала и потребляемой мощности двигателя вращения шпинделя производятся в течение отрезка времени Δt в начале процесса резания, после контакта инструмент-деталь и стабилизации момента двигателя подачи на заданном значении. Для осуществления контроля износа необходимо, чтобы рабочая часть сверла углубилась в заготовку, так как наибольший износ происходит по уголкам режущих кромок.

Интервал времени Δt определим из выражения

$$\Delta t < \frac{3D - l}{s \cdot n},$$

где D – диаметр сверла, мм; l – высота режущей части сверла, мм; s – величина подачи сверла, мм/об; n – номинальная частота вращения сверла, об/мин.

При этом значение заданного момента, а следовательно, и усилия подачи выбирается таким образом, что значение s во время измерения меньше нормированной величины, вследствие чего исключается поломка сверла в процессе контроля. Таким образом, все замеры производятся до

достижения глубины отверстия $3D$, так как при дальнейшем резании условия работы сверла становятся нестационарными вследствие того, что возрастает трение стружки о сверло и стенки отверстия и трение ленточек сверла об обработанную поверхность. Кроме того, увеличивается тепловыделение, и нарастает упрочнение в зоне резания [2]. После измерения износа сверла процесс резания продолжается в диапазоне нормативных подач.

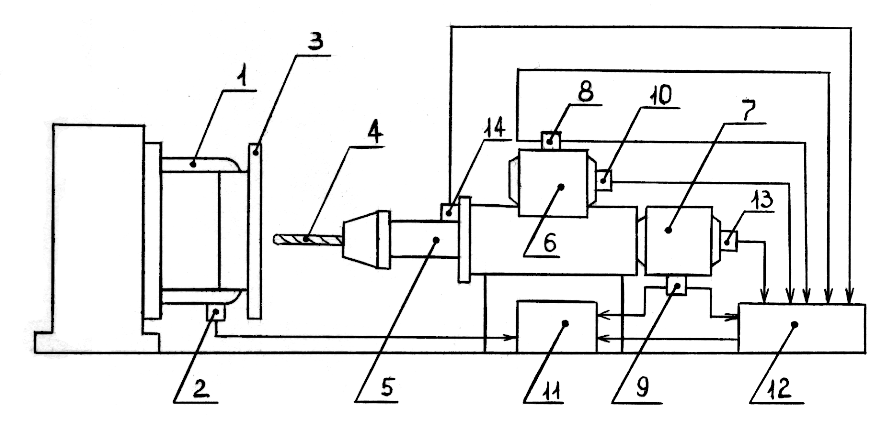


Рис.1. Структурная схема экспериментальной установки контроля износа сверл: 1 – кулачок зажимного устройства; 2 – пьезоэлектрический виброизмерительный датчик; 3 – обрабатываемая деталь; 4 – сверло; 5 – шпиндель; 6 – двигатель подачи шпинделя; 7 – двигатель вращения шпинделя; 8, 9 – датчики измерения активной мощности, потребляемой двигателями; 10 – датчик скорости вращения двигателя подачи; 11 – блок контрольно-измерительных регистрирующих приборов; 12 – устройство управления процессом сверления на базе программируемого контроллера

На рис.1 представлена схема экспериментальной установки.

Работа установки заключается в следующем. Устройство управления 12 в соответствии с информацией, получаемой от датчиков мощности 8 и скорости вращения 10, регулирует напряжение питания двигателя 6 так, что его вращающий момент, а следовательно, и усилие подачи автоматически поддерживаются на уровне заданного значения. В блоке 11 сигналы виброизмерительного датчика 2 и датчика активной мощности 8 поступают на входы аналого-цифрового преобразователя и далее - в память компьютера, где формируют соответствующие массивы данных.

В эксперименте использовались аналого-цифровой преобразователь L-CARD E14-440 и пьезоэлектрический виброизмерительный датчик ДН-4-1М с магнитным фиксатором [3]. Исследования проводились для различных режимов сверления: частота вращения сверла *n*=700-2900 об/мин.; нормированные подачи резания *s* находились в диапазоне $0.03 \div 0.1$ мм/об; использовались сверла диаметром *D*=3-7мм; усилия подачи при измерениях составляли 100-170Н; в качестве заготовок использовались образцы стали 45, А30, 40Х, 12ХН3. Износ сверла регистрировался по задней поверхности у периферии сверла [4]. При текущих измерениях в контрольном ин-

тервале времени *Δt* определяли среднюю активную мощность двигателя вращения шпинделя P_t *, а также величину

$$N_t^* = \frac{1}{\Delta t}\int_t^{t+\Delta t} \left| U(t) \right| dt,$$

отображающую среднее абсолютное значение виброакустического сигнала на интервале времени *Δt*, где *U(t)* – значение сигнала пьезодатчика, mВ [5].

Результаты испытаний. В результате испытаний было установлено, что в контрольном интервале времени *Δt* при фиксированном усилии подачи износ сверла вызывает уменьшение момента сопротивления резанию вследствие уменьшения площади поперечного среза материала, о чем соответственно свидетельствуют уменьшения значений величин P_t * и N_t *. Аналогичные результаты были получены при сравнительных испытаниях новых сверл и сверл, предварительно изношенных только по главным или поперечной режущим кромкам. Примем значения мощности двигателя и значения виброакустического сигнала при холостом ходе установки за ноль. Тогда коэффициент *K*, интерпретирующий износ сверла в диапазоне от нуля до единицы, может характеризоваться относительным изменением мощности, потребляемой двигателем вращения шпинделя

$$K_P = \frac{\Delta P_0}{\Delta P_k} = \frac{P_0 - P_t}{P_0 - P_k}$$

либо относительным изменением уровня виброакустического сигнала в зоне резания

$$K_N = \frac{\Delta N_0}{\Delta N_k} = \frac{N_0 - N_t}{N_0 - N_k} ,$$

где P_0 , N_0 - начальные отклонения от нулевого уровня значений мощности двигателя и уровня виброакустического сигнала, зарегистрированные при резании новым сверлом; P_t , N_t - текущие значения отклонений мощности двигателя и виброакустического сигнала от нулевого уровня, возникающие в процессе сверления; P_k , N_k - критические отклонения мощности двигателя и виброакустического сигнала, характеризующие изношенное сверло.

На рис.2,3 представлены значения P_0 , P_k и N_0 , N_k для сверл из быстрорежущей стали Р6МА в начале и конце пути резания в 500 мм, пройденного при изготовлении отверстий в изделиях из стали 40. Нулевые отсчеты осей ординат соответствуют значениям *N* и *P* в режиме холостой работы установки. Данные сняты при осевом усилии 120 Н и удалении пьезоэлектрического датчика от зоны резания на 150 мм. Мощность двигателя вращения шпинделя – 300 Вт, износ сверл диаметром 3мм, 4мм, 5мм, измеренный по задней поверхности у периферии сверла, составил в среднем соответственно 0,12мм, 0,15мм, 0,17мм.

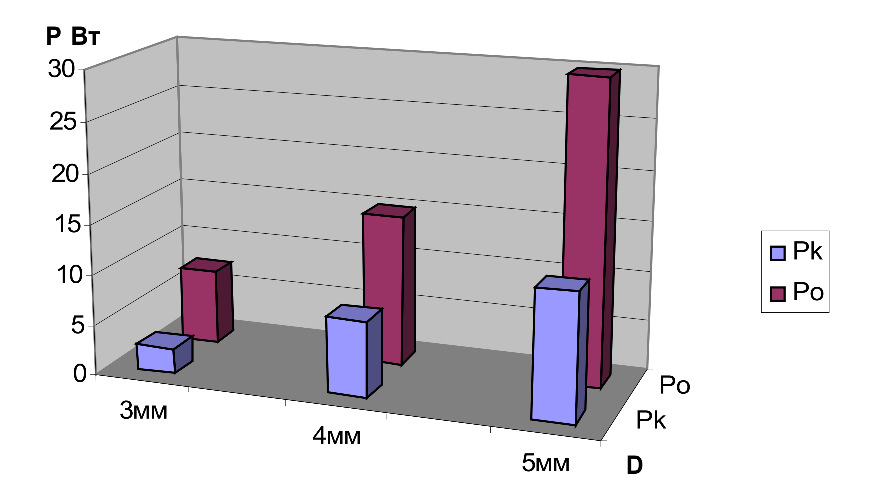


Рис.2. Диаграмма изменений мощности вращения шпинделя, характеризующая износ сверл различного диаметра

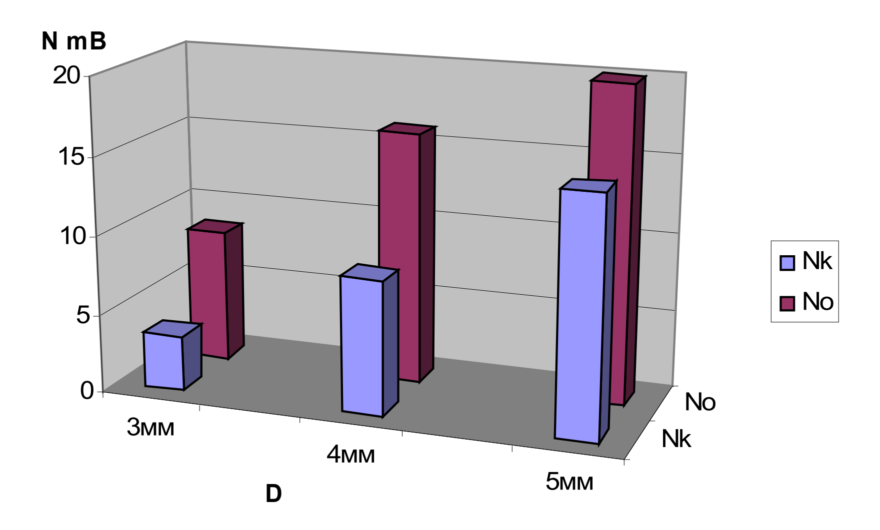


Рис.3. Диаграмма изменений уровня виброакустического сигнала в зоне резания, характеризующая износ сверл различного диаметра

Для сверл малого диаметра, когда значение P_o значительно меньше номинальной мощности двигателя вращения, контроль износа целесообразно проводить по сигналам пьезоэлектрического датчика. Сам датчик устанавливается как можно ближе к зоне резания, а его местоположение должно оставаться постоянным, так как уровень акустических колебаний в месте приема обратно пропорционален расстоянию до их источника.

Выводы. Таким образом, при обеспечении заданного усилия подачи в начале процесса сверления степень износа сверла характеризуется уменьшением момента сопротивления резанию, что соответственно вызывает

уменьшение мощности, потребляемой двигателем вращения шпинделя, и уменьшение уровня виброакустического сигнала из зоны резания. В отличие от существующих методик в предложенной методике измерение износа рабочей части сверла в процессе эксплуатации осуществляется только по нисходящим значениям момента сопротивления резанию, так как усилие подачи при измерении постоянно. Оперативное определение коэффициента износа сверла при постоянном усилии подачи по уменьшению мощности двигателя вращения шпинделя и по уменьшению виброакустического сигнала из зоны резания позволяет предотвратить поломку инструмента, произвести его своевременную замену и выбрать оптимальный режим процесса резания.

Библиографический список

1. Маркарьян Ю.А. Мониторинг процесса глубокого сверления // Современные проблемы машиноведения и высоких технологий: Междунар. науч.-техн. конф. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2005. Т.3. – С.56-59.

2. Грановский Г.И., Грановский Б.Г. Резание металлов. - М.: Высшая школа, 1985. – С.195-209.

3. Фрайден Дж. Современные датчики: Справочник. - М.: Техносфера, 2005. – С.330-331.

4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – С.227-229.

5. Генкин М.Д., Соколова А.Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1987. – С.70-71.

Материал поступил в редакцию 26.02.07.

J.A. MARKARIAN

CUTTING TOOL WEAR CONTROL IN AUTOMATIC CONTROL PROCESS OF DRILLING

According to the results of experimental research the wear of drill and the corresponding changes of vibroacoustic signal intensity in the cutting zone and the consuming power of spindle rotation engine at the fixed supply of forth are considered.

МАРКАРЬЯН Юлия Артемовна, аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета. Окончила РГЭА (1998), ДГТУ (2004).
Сфера научных интересов: динамический контроль процессов резания металлов.
Имеет 4 научных публикации.